



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 01 017 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**G 01 D 5/30**  
G 01 V 8/10  
H 03 K 17/78

⑳ Aktenzeichen: 100 01 017.2  
㉑ Anmeldetag: 13. 1. 2000  
㉒ Offenlegungstag: 26. 10. 2000

DE 100 01 017 A 1

⑥ Innere Priorität:  
199 00 890. 6 13. 01. 1999  
⑦ Anmelder:  
ifm electronic GmbH, 45127 Essen, DE

⑧ Vertreter:  
Patentanwälte Gesthuysen, von Rohr & Eggert,  
45128 Essen

⑫ Erfinder:  
Baumann, Robert, 88099 Neukirch, DE; Kriegl,  
Jürgen, 88316 Isny, DE; Lautenschläger, Holger,  
88097 Eriskirch, DE; Massanell, Javier, 88094  
Oberteuringen, DE

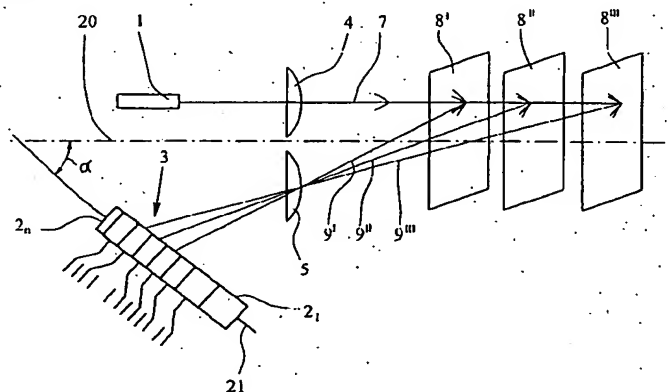
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④ Optoelektronischer Sensor, insbesondere Reflexlichttaster

⑤ Beschrieben und dargestellt ist ein Reflexlichttaster zum Detektieren eines Objekts in einem Überwachungsfeld, mit mindestens einem Lichtsender (1), mit mindestens  $n > 2$  Fotodioden (2), mit einer Sendeoptik (4), mit einer Empfangsoptik (5) und mit einer Auswerteeinheit (6), wobei die Fotodioden (2) zu einer Fotodiodenzeile (3) zusammengeschaltet und relativ zueinander parallel geschaltet sind.

Eine elektronische Einstellung des Schaltabstandes ist dadurch besonders einfach und schnell durchführbar, daß die Fotodioden (2) einerseits an ein gemeinsames Potential (11) angeschlossen sind und andererseits benachbarte Fotodioden (2) jeweils über einen Öffner (13) miteinander verbunden sind, daß bei  $n$  Fotodioden (2)  $n - 1$  Öffner (13) vorhanden sind und daß die erste Fotodiode (2) mit einem ersten Kanal (14) der Auswerteeinheit (6) und die  $n$ -te Fotodiode (2) mit einem zweiten Kanal (15) der Auswerteeinheit (6) verbunden sind.



DE 100 01 017 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen optoelektronischen Sensor, insbesondere einen Reflexlichttaster, zum Detektieren eines Objekts in einem Überwachungsfeld, mit mindestens einem Lichtsender, mit mindestens  $n > 2$  Lichtempfängern, insbesondere Fotodioden, mit einer Sendeoptik, mit einer Empfangsoptik und mit einer Auswerteeinheit, wobei die Lichtempfänger räumlich nebeneinander und relativ zueinander parallel geschaltet sind. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Detektieren eines Objekts in einem Überwachungsfeld.

Optoelektronische Sensoren lassen sich nach ihrer Funktionsweise grob in drei Gruppen einteilen: Einweglichtschranken, Reflexlichtschranken und Reflexlichttaster. Im industriellen Einsatzgebiet sind dabei für den Anwender Reflexlichttaster meistens am praktischsten, da sie den geringsten Einbauraum brauchen. Insbesondere benötigen Reflexlichttaster kein zweites aktives Element wie Einweglichtschranken und keinen Reflektor wie Reflexlichtschranken.

Reflexlichttaster zur berührungslosen optoelektronischen Erfassung von Gegenständen arbeiten entweder als energetische V-Lichttaster oder als Lichttaster nach dem Triangulationsprinzip.

Beim energetischen V-Lichttaster wird das ausgesendete Licht an dem zu erfassenden Objekt diffus reflektiert. Ein Teil des reflektierten Lichtes trifft auf den Lichtempfänger und löst den Schaltvorgang aus. Ausgewertet werden die beiden Zustände – Reflexion oder keine Reflexion –, die gleichbedeutend sind mit der An- bzw. Abwesenheit eines Gegenstandes im Tastbereich. Systembedingt ist die Tastweite des einfachen energetischen V-Lichttasters daher sehr stark vom Reflexionsgrad des zu überwachenden Objektes abhängig.

Die Triangulationslichttaster arbeiten nach dem Doppellinsenprinzip, d. h. die Sendeoptik und die Empfangsoptik sind räumlich getrennt und der Sendestrahl und der Empfangsstrahl bilden einen Winkel zueinander. Der Schnittpunkt von Sendestrahl und Empfangsstrahl bestimmt den maximalen Tastabstand dieser Systeme. Wegen des relativ geringen technischen Aufwandes haben Triangulationslichttaster unter Verwendung von zwei Fotodioden – eine für den Nahbereich und eine für den Fernbereich – allgemeine Verbreitung gefunden. Der Schaltabstand wird dabei von der Lateralposition der Trennlinie zwischen den beiden Fotodioden bestimmt.

Nun gibt es häufig Anwendungsfälle, bei denen es wünschenswert ist, den Schaltabstand vor Ort einstellen zu können bzw. geänderten Anforderungen entsprechend anpassen zu können. Die Einstellung des Schaltabstandes erfolgt im Stand der Technik durch

- a) mechanisches Verstellen des Empfängers,
- b) mechanisches Verstellen des Senders,
- c) mechanisches Verstellen eines Umlenkspiegels,
- d) mechanisches Verstellen der Sendeoptik und/oder der Empfangsoptik oder
- e) elektronische Auswertung der Signale einer Doppeldiode.

Der Nachteil solcher vom Bediener vorzunehmenden mechanischen Einstellungen besteht darin, daß einerseits die Einstellung entweder sehr unpräzise ist oder mit hohem Aufwand vorgenommen werden muß, andererseits eine mikroprozessorgesteuerte Einstellung (teach in) nicht möglich ist. Der Nachteil der elektronischen Auswertung der Signale einer Doppeldiode besteht darin, daß scharfe Abbildungen nicht möglich sind, weil der Lichtfleck ein Signal auf beiden

Dioden erzeugen muß.

Eine elektronische Einstellung des Schaltabstandes ist in der deutschen Offenlegungsschrift 40 40 225 vorgeschlagen, die einen Reflexlichttaster mit zwei Lichtempfängern beschreibt, von denen der eine für den Nahbereich und der andere für den Fernbereich vorgesehen ist. Als Schaltpunkt des Reflexlichttasters ist dabei der Punkt vorgesehen, bei dem die Ausgangssignale der beiden Lichtempfänger gleich groß sind und somit die Subtraktion der beiden Signalamplituden den Wert Null ergibt. Durch unterschiedliche Verstärkung der Ausgangssignale der Lichtempfänger ist somit der Schaltpunkt des Reflexlichttasters stufenlos einstellbar.

Bei bestimmten eingestellten Schaltabständen, bei denen der Anteil des auf den einen Lichtempfänger auftreffenden Lichtstrahlenbündels verhältnismäßig sehr gering ist und das den anderen Lichtempfänger treffende reflektierte Lichtstrahlenbündel entsprechend groß ist, muß zum Erreichen gleich großer Ausgangssignale in den beiden Empfangskanälen der Verstärkungsfaktor für das vom kleineren Lichtfleck generierte Signal entsprechend groß gewählt werden. Dadurch werden jedoch auch Störsignale entsprechend stark verstärkt.

Alternativ ist eine elektronische Einstellung des Schaltabstandes bei Verwendung einer positionsempfindlichen Fotodiode (PSD) möglich. Eine solche positionsempfindliche Fotodiode besteht in der Regel aus einem Halbleiter definierter Länge und Fläche, innerhalb welcher die Position eines auf die Oberfläche treffenden Lichtstrahls in einer Dimension oder in zwei Dimensionen bestimmt werden kann. Dazu werden die Kantenströme des Elements, d. h. der Stromfluß parallel zur Oberfläche ausgewertet. Fällt kein Licht auf das Element, fließt im Idealfall trotz anliegender Vorspannung kein Strom über die Kanten. Im Falle eines Linienhalbleiters der Länge  $L$  hat ein Lichteinfall am Ort  $0 \leq x \leq L$ , gemessen von einer Kante des Linienhalbleiters, einen Strom  $I_0$  zur Folge, der über die Materialstärke der Länge  $x$  und  $(L - x)$  zur einen Kante bzw. zur anderen Kante abfließt und dort als Kantenstrom  $I_a$  bzw.  $I_b$  meßbar ist. Das Material der Länge  $x$  bzw.  $(L - x)$  stellt für die durch den Lichteinfall freigesetzten Ladungsträger zwei parallel geschaltete Widerstände  $R_a$  und  $R_b$  dar, wobei  $R_a$  proportional zur Länge  $x$  und  $R_b$  proportional zur Länge  $(L - x)$ , also jeweils zur Länge des durchflossenen Materials ist. Aus dem Verhältnis der Kantenströme wird auf das Verhältnis der Widerstände und schließlich auf den Ort  $x$  geschlossen, wobei gilt:

$$x = L \cdot \frac{I_b}{I_a + I_b}$$

Nachteilig an positionsempfindlichen Fotodioden ist zum einen, daß sie aus einem einstückigen Halbleiter mit einer begrenzten sensiblen Fläche bestehen, wodurch großflächige ortsauflösende Reflexlichttaster nur schwer und kostenspielig zu realisieren sind, ist zum anderen, daß der Innenwiderstand der positionsempfindlichen Fotodioden zu klein und ungenügend reproduzierbar ist, was zu einer relativ flachen Sensorkennlinie führt.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift 197 09 311 ist der eingangs beschriebene optoelektronische Sensor bekannt, bei dem eine positionsempfindliche Fotodiode durch über eine Widerstandskette verkoppelte Fotodioden nachgebildet ist. Hierdurch ist zwar die Möglichkeit geschaffen, einen großflächigen ortsauflösenden Reflexlichttaster zur Verfügung zu stellen; der bekannte Reflexlichttaster weist jedoch die gleiche flache Kennlinie wie eine positionsempfindliche Fotodiode auf.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zu-

grunde, einen optoelektronischen Sensor zur Verfügung zu stellen, bei dem der Schaltabstand elektronisch eingestellt werden kann und der eine steile Kennlinie aufweist.

Diese Aufgabe ist nach einer ersten Lehre der Erfindung dadurch gelöst, daß die Lichtempfänger einerseits an ein gemeinsames Potential angeschlossen sind und andererseits benachbarte Lichtempfänger jeweils über einen einfachen elektronischen Schalter, d. h. einen Öffner oder einen Schließer miteinander verbunden sind, daß bei  $n$  Lichtempfängern  $n - 1$  Schalter vorhanden sind und daß der erste Lichtempfänger mit einem ersten Kanal der Auswerteeinheit und der  $n$ -te Lichtempfänger mit einem zweiten Kanal der Auswerteeinheit verbunden sind. Nach einer zweiten Lehre der Erfindung ist die zuvor genannte Aufgabe dadurch gelöst, daß der eine Anschluß der einzelnen Lichtempfänger jeweils an ein gemeinsames Potential und der andere Anschluß der einzelnen Lichtempfänger jeweils an einen elektronischen Wechselschalter angeschlossen ist, daß bei  $n$  Lichtempfängern  $n$  Wechselschalter vorhanden sind und daß die gemeinsamen Anschlüsse der Wechselschalter jeweils an die Lichtempfänger und der jeweils eine Kontakt des Wechselschalters an einen ersten Kanal der Auswerteeinheit und der jeweils andere Kontakt des Wechselschalters an einen zweiten Kanal der Auswerteeinheit angeschlossen sind.

Ein wesentlicher Vorteil der beiden alternativen Lehren der Erfindung besteht darin, daß der Schaltabstand durch das Schalten eines beliebigen Schalters oder Wechselschalters eingestellt werden kann. Dabei wird durch die Vermeidung eines niedrigen Lateralwiderstandes, also eines niedrigen Interelektrodenwiderstandes, – wie er bei einer positionsempfindlichen Fotodiode vorhanden ist, – anstelle einer flachen Kennlinie für einen großen Ortsbereich eine Schar von steilen Kennlinien erreicht, die sich jeweils über einen kleinen Ortsbereich erstrecken, in der Summe aber den gewünschten großen Ortsbereich abdecken.

Vorteilhafterweise werden als Lichtempfänger in Sperrrichtung geschaltete Si-Dioden, insbesondere CMOS-Dioden verwendet, da diese sich kostengünstig in ein CMOS-ASIC integrieren lassen. Sind die einzelnen Fotodioden und/oder die einzelnen Schalter bzw. Wechselschalter auf einem Chip integriert, so werden außer den drei Signalanschlüssen für die Fotodioden nur wenige Steuerleitungen für die Schalter bzw. Wechselschalter benötigt. Als Schalter bzw. Wechselschalter werden dabei vorteilhafterweise CMOS-Schalter verwendet, weil sie sehr hohe Schaltfrequenzen ermöglichen. Um die Zahl der benötigten Leitungen zu verringern, werden die integrierten Schalter mittels einer ebenfalls auf dem CMOS-ASIC befindlichen Steuerlogik über eine serielle Schnittstelle angesteuert. Diese serielle Schnittstelle läßt sich einfach von einem Mikroprozessor ansteuern, so daß der Mikroprozessor die am besten geeignete Trennstelle auf der Fotodiodenzeile sehr schnell auswählen kann.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung gemäß der ersten und der zweiten Lehre, die hier noch kurz erwähnt werden soll, weisen die einzelnen Lichtempfänger eine unterschiedliche Breite auf, wobei die Lichtempfänger, welche den Nahbereich detektieren, eine größere Breite aufweisen als diejenigen Lichtempfänger, die den Fernbereich überwachen. Dadurch wird der Tatsache Rechnung getragen, daß gleichlange Detektionsbereiche auf der durch die einzelnen Lichtempfänger gebildeten Sensorzeile unterschiedlich lang abgebildet werden (Schärfe, Abbildungsmaßstab).

Im übrigen kann auf dem CMOS-ASIC ein weiterer Signaleingang für eine zusätzliche, dem Nahbereich zugeordnete Fotodiode vorgesehen sein. Wird diese dem Nahbereich

zugeordnete zusätzliche Fotodiode vorteilhaft positioniert, so kann die Blindzone des Sensors nahezu vollständig beseitigt werden.

Für die zuvor beschriebene bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sensors gelten insbesondere folgende Vorteile:

- a) Es ist eine hohe Störsicherheit gewährleistet, weil alle empfindlichen Signalleitungen im CMOS-ASIC integriert sind.
- b) Es sind insgesamt wenige Anschlüsse, d. h. wenige Versorgungsleitungen erforderlich, was eine kleine Bauform ermöglicht.
- c) Es ist ein kompakter Aufbau möglich, weil nur ein CMOS-ASIC zum Einsatz kommt.
- d) Es liegt eine kostengünstige Ausführung vor, weil mit einem standardisierten CMOS-ASIC gearbeitet werden kann.
- e) Durch den Mikroprozessor ist eine einfache Ansteuer- und Auswertbarkeit gegeben.

Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum detektieren eines Objekts in einem Überwachungsfeld, mit mindestens einem Lichtsender, mindestens  $n > 2$  Lichtempfängern, insbesondere Fotodioden, mit einer Sendeoptik, mit einer Empfangsoptik und mit einer Auswerteeinheit, wobei die Lichtempfänger relativ zueinander parallel geschaltet sind. Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, daß über eine elektronische Umschaltung der einzelnen Lichtempfänger mindestens zwei Lichtempfängergruppen (Nah- und Fernbereich) erzeugt werden. Auch bei dem erfindungsgemäßen Verfahren besteht der Vorteil der Erfindung darin, daß durch die elektronische Umschaltung der einzelnen Lichtempfänger schnell und einfach eine Einstellung des Schaltabstandes möglich ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch besonders vorteilhaft weitergebildet, daß durch entsprechende elektronische Umschaltung mindestens drei Lichtempfängergruppen (Nächstbereich, Nahbereich und Fernbereich) erzeugt werden, so daß eine Vordergrundaussblendung und eine Hintergrundaussblendung gleichzeitig realisiert werden können. Praktischerweise werden die beiden äußeren Lichtempfängergruppen, d. h. der Nächstbereich und der Fernbereich, zusammengeschaltet, so daß sicher detektiert werden kann, ob sich ein zu überwachendes Objekt innerhalb eines vorgegebenen Sollbereichs befindet.

Im einzelnen gibt es nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, den erfindungsgemäßen optoelektronischen Sensor auszugestalten. Dazu wird verwiesen einerseits auf die den Patentansprüchen 1 und 2 nachgeordneten Patentansprüche, andererseits auf die Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Prinzipskizze einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Reflexlichttasters,

Fig. 2 eine Prinzipskizze einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Reflexlichttasters,

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Verschaltung von  $n$  Fotodioden gemäß der ersten Lehre der Erfindung,

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Verschaltung von  $n$  Fotodioden gemäß der zweiten Lehre der Erfindung und

Fig. 5 eine Skizze zur Erläuterung der Realisierung der zweiten Lehre der Erfindung in Verbindung mit einem CMOS-ASIC.

Ein Reflexlichttaster, dessen Funktionsweise im folgenden anhand der Fig. 1 bis 4, insbesondere der Fig. 1 und 2,

erläutert werden soll, besteht aus einem Lichtsender 1, einer Anzahl von  $n$  Fotodioden 2, welche zu einer Fotodiodenzeile 3 zusammengeschaltet sind, einer Sendeoptik 4 und einer Empfangsoptik 5. Selbstverständlich gehören zu einem funktionsfähigen Reflexlichttaster noch weitere Bauteile, insbesondere eine – in den Fig. 3 und 4 schematisch dargestellte – Auswerteeinheit 6, weitere hier nicht dargestellte elektronische Baueile und Anschlüsse sowie ein ebenfalls nicht dargestelltes Gehäuse.

Das von dem Lichtsender 1, in der Regel einer Halbleiterdiode, insbesondere einer Si-Diode, erzeugte Sendelicht, wobei es sich zumeist um infrarotes Sendelicht handelt, tritt durch die Sendeoptik 4 aus dem Reflexlichttaster aus. In den Fig. 1 und 2 ist anstelle eines tatsächlich vorhandenen Sendelichtbündels lediglich dessen Zentralstrahl 7 dargestellt. Trifft dieser Zentralstrahl 7 auf das zu detektierende Objekt 8, so wird er an diesem diffus reflektiert. Ein Teil des reflektierten Lichts trifft durch die Empfangsoptik 5 auf mindestens eine einen Lichtempfänger darstellende Fotodiode 2 der Fotodiodenzeile 3. Auch bei dem reflektierten Licht ist in den Fig. 1 und 2 wiederum nur der Zentralstrahl 9 dargestellt.

Wie anhand der Fig. 1 und 2 leicht zu erkennen ist, trifft der reflektierte Zentralstrahl 9 in Abhängigkeit von der Position des den Zentralstrahl 7 reflektierenden Objekts 8 die Fotodiodenzeile 3 an unterschiedlichen Stellen, d. h. unterschiedliche Fotodioden 2 der Fotodiodenzeile 3. Eine Auswertung der einzelnen Fotodioden 2 der Fotodiodenzeile 3 ermöglicht somit eine Aussage über den Abstand des Objekts 8 vom Reflexlichttaster bzw. bei entsprechender Auswertung der einzelnen, von den Fotodioden 2 gelieferten Ströme einen Schaltimpuls des Reflexlichttasters, wenn sich das zu überwachende Objekt 8 innerhalb eines bestimmten, vorgegebenen Abstandes zum Reflexlichttaster befindet.

Fig. 3 zeigt nun die erfindungsgemäße Verschaltung der einzelnen Fotodioden 2 der Fotodiodenzeile 3 gemäß der ersten Lehre der Erfindung. Bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführung der Erfindung sind die  $n$  Fotodioden 2 ( $2_1 \dots 2_n$ ) einerseits, nämlich jeweils mit der Kathode 10, an ein gemeinsames Potential 11 angeschlossen, andererseits sind die Anoden 12 benachbarter Fotodioden 2 über einen Öffner 13 miteinander verbunden. Vorteilhafterweise handelt es sich bei den Fotodioden 2 um in Sperrrichtung geschaltete, so daß das gemeinsame Potential 11 der Kathoden 10 positiv ist. Selbstverständlich können jedoch auch andere Lichtempfänger, beispielsweise Fotowiderstände, verwendet werden, oder die Fotodioden können umgekehrt verschaltet sein, so daß die Anoden der einzelnen Fotodioden auf einem gemeinsamen Potential liegen und entsprechend zwischen den Kathoden benachbarter Fotodioden einfache elektronische Schalter, d. h. Öffner oder Schließer, geschaltet sind.

Bei der Verschaltung der einzelnen Fotodioden 2 der Fotodiodenzeile 3 gemäß der ersten Lehre der Erfindung, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist, ist die erste Fotodiode  $2_1$  fest mit einem ersten Kanal 14 der Auswerteeinheit 6 und die  $n$ -te Fotodiode  $2_n$  fest mit einem zweiten Kanal 15 der Auswerteeinheit 6 verbunden. Wenn man davon ausgeht, daß die  $n-1$  Öffner 13 normalerweise geschlossen sind, kann durch Schalten einer der Öffner 13 eine Unterteilung der Fotodiodenzeile 3 in eine "Nahdiode" und eine "Ferndiode" entsprechend einer aus dem Stand der Technik bekannten Doppeldiode erfolgen. Da einerseits die Trennlinie zwischen der "Nahdiode" und der "Ferndiode" den Schaltabstand des Reflexlichttasters festlegt, andererseits der zu schaltenden Öffner 13 und damit die Trennlinie zwischen "Nahdiode" und "Ferndiode" frei bestimmbar ist, kann auf elektronischem Wege der Schaltabstand des Reflexlichttasters eingestellt werden.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung der Verschaltung von  $n$  Fotodioden 2 einer Fotodiodenzeile 3 gemäß der zweiten Lehre der Erfindung. Wie bei der Verschaltung der Fotodioden 2 gemäß Fig. 3 sind auch bei der Verschaltung der Fotodioden 2 gemäß Fig. 4 die Kathoden 10 jeweils mit einem gemeinsamen Potential 11 verbunden. Die Anoden 12 der einzelnen Fotodioden 2 sind jeweils an den gemeinsamen Anschluß 16 eines Wechselschalters 17 angeschlossen. Der jeweils eine Kontakt 18 eines jeden Wechselschalters 17 ist an den ersten Kanal 14 der Auswerteeinheit 6 und der jeweils andere Kontakt 19 eines jeden Wechselschalters 17 an den zweiten Kanal 15 der Auswerteeinheit 6 angeschlossen.

Während bei der Ausgestaltung gemäß der ersten Lehre der Erfindung bei  $n$  Fotodioden 2 also  $n-1$  einfache Schalter – beispielsweise Öffner 13 – vorhanden sind, werden bei der Ausgestaltung gemäß der zweiten Lehre der Erfindung bei ebenfalls  $n$  Fotodioden 2 auch  $n$  Wechselschalter 17 benötigt. Bei der Ausgestaltung der Erfindung, wie sie in Fig. 4 dargestellt ist, kann somit jede Fotodiode 2 auf den ersten Kanal 14 (Nahbereich) oder den zweiten Kanal 15 (Fernbereich) geschaltet werden. Somit kann nicht nur die Position der Trennstelle, sondern bei Bedarf auch die Anzahl Trennstellen gewählt werden (max.  $n-1$  Trennstellen). Wählt man beispielsweise nicht nur eine sondern zwei Trennstellen, wobei dann lediglich die Fotodioden 2 im mittleren Bereich der Fotodiodenzeile 3 auf den ersten Kanal 14 und die Fotodioden 2 der beiden Randbereiche der Fotodiodenzeile 3 auf den zweiten Kanal 15 geschaltet werden, so ist eine gleichzeitige Realisierung einer Vordergrundausblendung und einer Hintergrundausblendung möglich.

Eine gleichzeitige Realisierung von Vorder- und Hintergrundausblendung ist jedoch auch bei der Ausgestaltung des Reflexlichttasters gemäß der ersten Lehre der Erfindung möglich, wenn anstelle von einem Öffner 13 zwei Öffner 13 geschaltet werden. Dadurch wird die Fotodiodenzeile 3 ebenfalls in drei Bereiche aufgeteilt, wobei die beiden äußeren Bereiche zusammengeschaltet, d. h. auf einen gemeinsamen Kanal geschaltet werden.

Durch die Verwendung von schnell schaltenden Fotodioden 2, beispielsweise Si-Dioden, und die Integration der einzelnen Fotodioden 2 und der einzelnen Schalter bzw. Wechselschalter 17 auf einen Chip werden zum einen wenige Anschlußleitungen benötigt, zum anderen lassen sich sehr hohe Schaltfrequenzen ermöglichen, so daß innerhalb kürzester Zeit der gesamte Detektionsbereich durchlaufen bzw. von einer Schaltschwelle auf eine andere Schaltschwelle umgeschaltet werden kann. Eine sich daraus ergebende mögliche Anwendung besteht darin, daß zunächst detektiert wird, ob ein sich periodisch näherndes Objekt eine erste Schaltschwelle überschritten hat, um sodann durch Umschalten auf einen kleineren Schaltabstand zu überprüfen, ob das Objekt regelmäßig einen; als "Sicher-Ein-Zustand" definierten Abstand erreicht oder beispielsweise einen vorgegebenen minimalen Abstand zum Reflexlichttaster unterschreitet. Voraussetzung hierfür ist, daß die Umschaltung von einer Schaltschwelle zu einer neuen Schaltschwelle und die Auswertung des Meßergebnisses schneller erfolgt als sich das zu überwachende Objekt bewegt. Bei dem erfindungsgemäßen Reflexlichttaster ist dies für einen großen Anwendungsbereich der Fall, da der gesamte Detektionsbereich schnell durchlaufen werden kann.

Aufgrund der zuvor beschriebenen beiden Verschaltungsmöglichkeiten der einzelnen Fotodioden 2 gemäß der ersten oder der zweiten Lehre der Erfindung kann als Auswerteeinheit 6 eine standardisierte PSD-Auswerteschaltung eingesetzt werden.

Fig. 1 zeigt insoweit eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung, als die Breite der einzelnen Fotodioden 2 der Fotodiodenzeile 3 variiert, insbesondere die Breite von der ersten Fotodiode 2<sub>1</sub> zur n-ten Fotodiode 2<sub>n</sub> abnimmt, wobei die erste Fotodiode 2<sub>1</sub> dem Nahbereich und die n-te Fotodiode 2<sub>n</sub> dem Fernbereich des Überwachungsfeldes zugeordnet ist. Hierdurch kann die Anzahl der erforderlichen Fotodioden 2 verringert werden, ohne daß die noch erreichbare Genauigkeit wesentlich beeinträchtigt wird. Je nach Anwendungsfall besteht eine Fotodiodenzeile 3 aus drei bis zweihundertsechsfünfzig Fotodioden 2.

Um kompakte Reflexlichttaster zu ermöglichen, wird vorteilhafterweise auf Umlenkspiegel oder Strahlteiler verzichtet, so daß die Sendeoptik 4 und die Empfangsoptik 5 lediglich aus jeweils einer, parallel zueinander ausgerichteten Linse mit geringem Basisabstand besteht. Gegenüber der Sensormittellinie 20, auch Basislinie genannt, ist die Fotodiodenzeile 3 dabei, wie in Fig. 1 angedeutet, mit ihrer Grundlinie 21 unter einem Winkel  $\alpha$  von 20° bis 60° und mit einem relativ geringen Abstand zu der Sensormittellinie 20 angeordnet.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 dadurch, daß einerseits die Fotodiodenzeile 3 mit ihrer Grundlinie 21 unter einem rechten Winkel  $\beta$  angeordnet ist, daß andererseits – zusätzlich zu der Fotodiodenzeile 3 – eine weitere Fotodiodenzeile 22 vorgesehen ist; statt der Fotodiodenzeile 22 kann auch eine einzelne Fotodiode vorgesehen sein. Dabei ist der Winkel  $\gamma$  zwischen der Grundlinie 23 der zweiten Fotodiodenzeile 21 und der Sensormittellinie 20 kleiner als der Winkel  $\alpha$  beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1. Mit Hilfe der zweiten Fotodiodenzeile 22 kann eine Reflexion im Nahbereich erfaßt werden, die durch die Fotodiodenzeile 3 nicht erfaßt werden kann.

Schließlich ist in Fig. 5 noch angedeutet, daß vorzugsweise alle Fotodioden 2 und alle Wechselschalter 17 auf einem CMOS-ASIC realisiert sind. Auf diesem CMOS-ASIC sind zusätzlich Vorverstärker 24 realisiert; jeder Diode 2 ist ein Vorverstärker 24 zugeordnet. Schließlich zeigt die Fig. 4, daß auf dem CMOS-ASIC noch zwei Signalverstärker 25 und 26 sowie eine Ansteuerlogik 27 realisiert sind. Angedeutet ist in Fig. 5 schließlich noch eine nicht auf dem CMOS-ASIC realisierte Fotodiode 28, die statt der in Fig. 2 dargestellten zweiten Fotodiodenzeile 22 verwendet werden kann.

#### Patentansprüche

1. Optoelektronischer Sensor, insbesondere Reflexlichttaster, zum Detektieren eines Objekts in einem Überwachungsfeld, mit mindestens einem Lichtsender (1), mit mindestens  $n > 2$  Lichtempfängern, insbesondere Fotodioden (2), mit einer Sendeoptik (4), mit einer Empfangsoptik (5) und mit einer Auswerteeinheit (6), wobei die Lichtempfänger räumlich nebeneinander und relativ zueinander parallel geschaltet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtempfänger einerseits an ein gemeinsames Potential (11) angeschlossen sind und andererseits benachbarte Lichtempfänger jeweils über einen einfachen elektronischen Schalter, d. h. einen Öffner (13) oder einen Schließer, miteinander verbunden sind, daß bei  $n$  Lichtempfängern  $n - 1$  Schalter vorhanden sind und daß der erste Lichtempfänger mit einem ersten Kanal (14) der Auswerteeinheit (6) und der n-te Lichtempfänger mit einem zweiten Kanal (15) der Auswerteeinheit (6) verbunden sind.
2. Optoelektronischer Sensor, insbesondere Reflexlichttaster, zum Detektieren eines Objekts in einem

Überwachungsfeld, mit mindestens einem Lichtsender (1), mit mindestens  $n > 2$  Lichtempfängern, insbesondere Fotodioden (2), mit einer Sendeoptik (4), mit einer Empfangsoptik (5) und mit einer Auswerteeinheit (6), wobei die Lichtempfänger räumlich nebeneinander und relativ zueinander parallel geschaltet sind, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Anschluß der einzelnen Lichtempfänger jeweils an ein gemeinsames Potential (11) und der andere Anschluß der einzelnen Lichtempfänger jeweils an den gemeinsamen Anschluß (16) eines elektronischen Wechselschalters (17) angeschlossen ist, daß bei  $n$  Lichtempfängern  $n$  Wechselschalter (17) vorhanden sind und daß der jeweils eine Kontakt (18) des Wechselschalters (17) an einen ersten Kanal (14) der Auswerteeinheit (6) und der jeweils andere Kontakt (19) des Wechselschalters (17) an einen zweiten Kanal (15) der Auswerteeinheit (6) angeschlossen sind.

3. Optoelektronischer Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Lichtempfänger in Sperrichtung geschaltete Fotodioden, insbesondere CMOS-Fotodioden vorgesehen sind.

4. Optoelektronischer Sensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die  $n$  CMOS-Fotodioden und/oder die Schalter bzw. die Wechselschalter (17) auf einem Chip integriert sind.

5. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalter bzw. die Wechselschalter (17) als CMOS-Schalter ausgebildet sind.

6. Optoelektronischer Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Lichtempfänger ein Vorverstärker (24) zugeordnet ist.

7. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zu der Auswerteeinheit (6) zwei Signalverstärker (25, 26) gehören.

8. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die CMOS-Fotodioden die Schalter bzw. die Wechselschalter (17), die Vorverstärker (24), die Signalverstärker (25, 26) oder/und die Ansteuerlogik (27) auf einem CMOS-ASIC realisiert sind, also in einem CMOS-Prozeß hergestellt sind.

9. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertung in der Auswerteeinheit (6) wie bei einer Doppel-diode erfolgt, insbesondere die Auswerteeinheit (6) als standardisierte PSD-Auswerteschaltung ausgeführt ist.

10. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalter bzw. die Wechselschalter (17) über einen Mikroprozessor ansteuerbar sind.

11. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl  $n$  der verwendeten Lichtempfänger zwischen drei und zweihundertsechsfünfzig liegt.

12. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Lichtempfänger unterschiedlich breit sind, insbesondere die Breite vom ersten Lichtempfänger zum n-ten Lichtempfänger abnimmt, und der erste Lichtempfänger dem Nahbereich und der n-te Lichtempfänger dem Fernbereich des Überwachungsfeldes zugeordnet ist.

13. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendeoptik (4) und die Empfangsoptik (5) parallel zueinander ausgerichtet sind und die  $n$  Lichtempfänger in ei-

ner Reihe und in einem Winkel  $\alpha$  von  $20^\circ$  bis  $60^\circ$  zur Sensormittellinie (20) angeordnet sind.

14. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die  $n$  Lichtempfänger als Fotodioden (2) ausgebildet und eine Fotodiodenzeile (3) bilden, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu der Fotodiodenzeile (3) eine zweite Fotodiodenzeile (22) oder eine separate Fotodiode (28) vorgesehen ist.

15. Optoelektronischer Sensor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendeoptik (4) und die Empfangsoptik (5) parallel zueinander ausgerichtet sind, daß die  $n$  Lichtempfänger in einer Reihe und in einem Winkel  $\beta$  von  $90^\circ$  zur Sensormittellinie (20) angeordnet sind und daß die zweite Fotodiodenzeile (22) oder die separate Fotodiode (28) in einem Winkel ( $\gamma$ )  $< 90^\circ$  zur Sensormittellinie (20) angeordnet ist.

16. Verfahren zum Detektieren eines Objekts in einem Überwachungsfeld, mit mindestens einem Lichtsender, mit mindestens  $n > 2$  Lichtempfängern, insbesondere Fotodioden, mit einer Sendeoptik, mit einer Empfangsoptik und mit einer Auswerteeinheit, wobei die Lichtempfänger relativ zueinander parallel geschaltet sind, dadurch gekennzeichnet, daß über eine elektronische Umschaltung der einzelnen Lichtempfänger mindestens zwei Lichtempfängergruppen (Nah- und Fernbereich) erzeugt werden.

17. Verfahren zum Detektieren eines Objekts in einem Überwachungsfeld nach Anspruch 16 mit einem Reflexlichttaster nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß durch elektronische Umschaltung mindestens drei Lichtempfängergruppen (Nächstbereich, Nahbereich und Fernbereich) erzeugt werden, so daß eine Vordergrundaussblendung und eine Hintergrundaussblendung gleichzeitig realisiert werden können.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

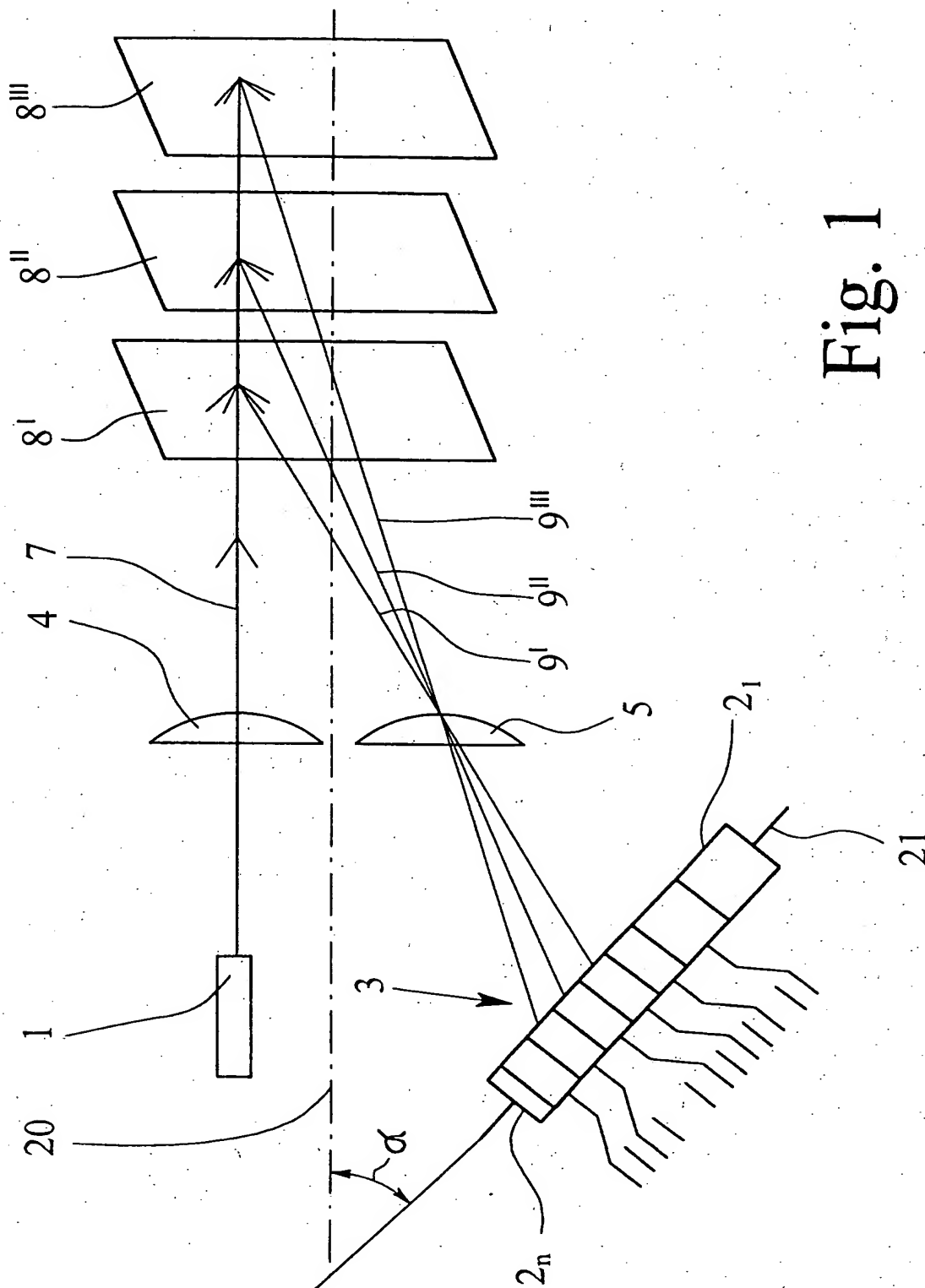


Fig. 1



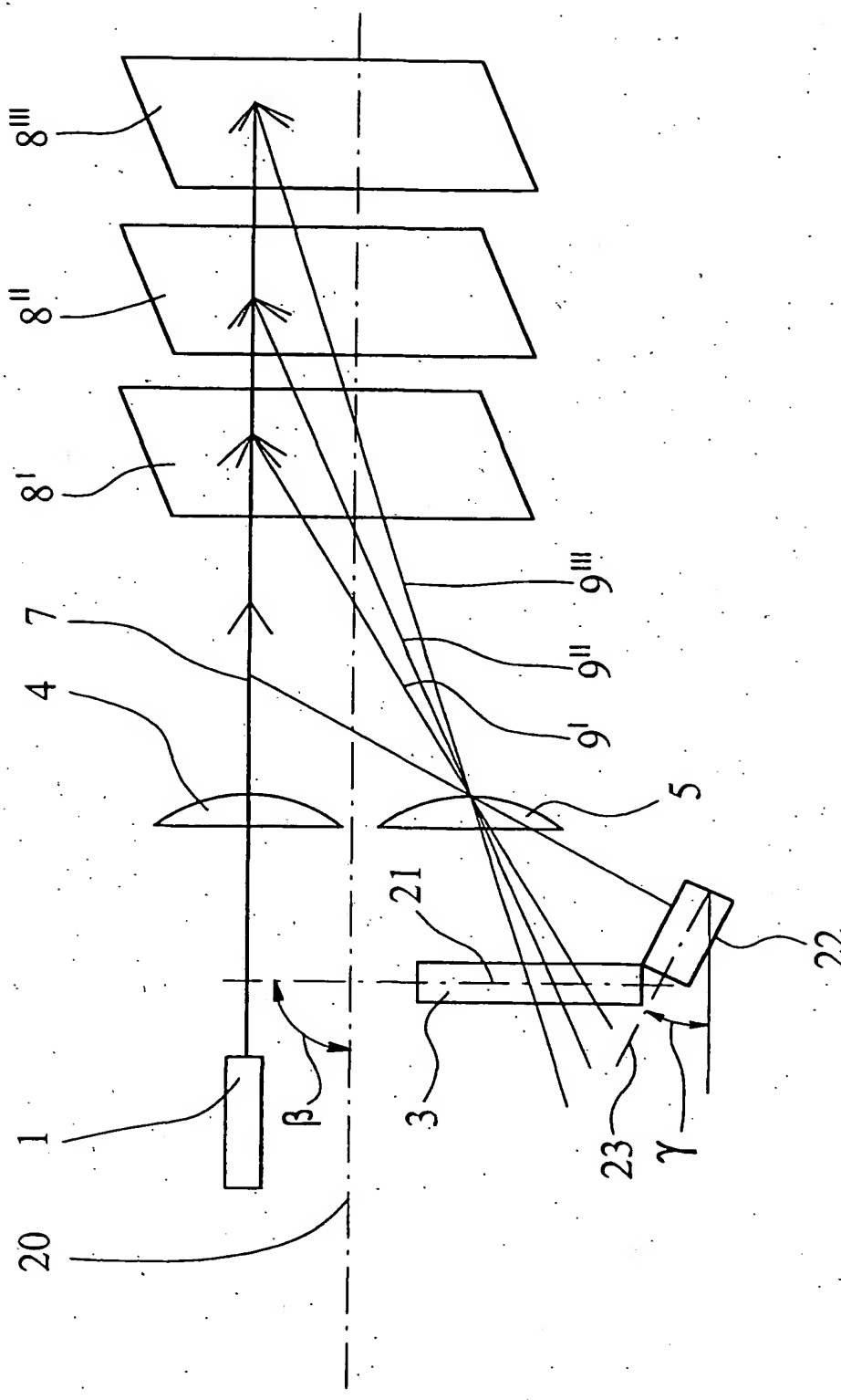


Fig. 2

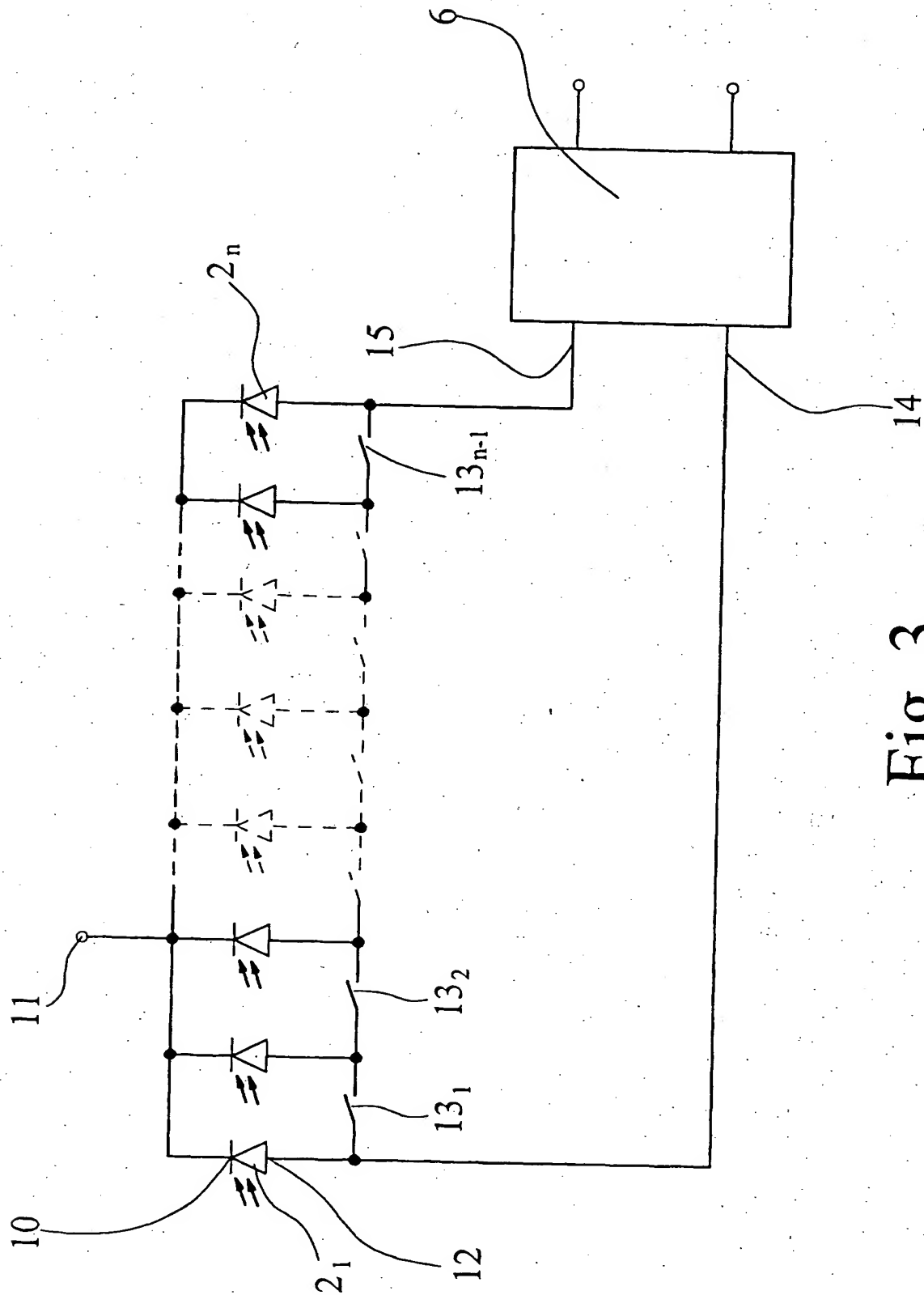


Fig. 3

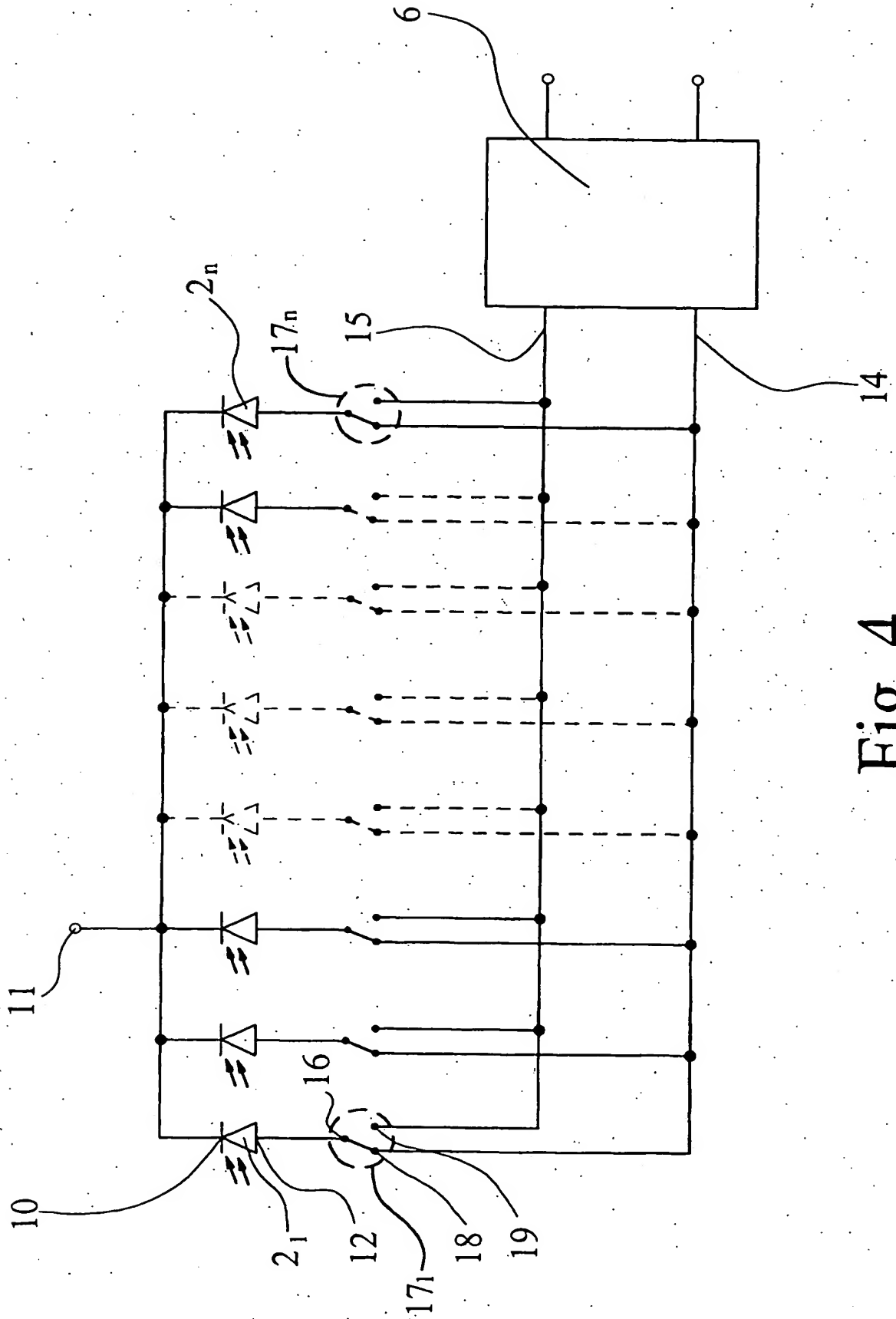


Fig. 4

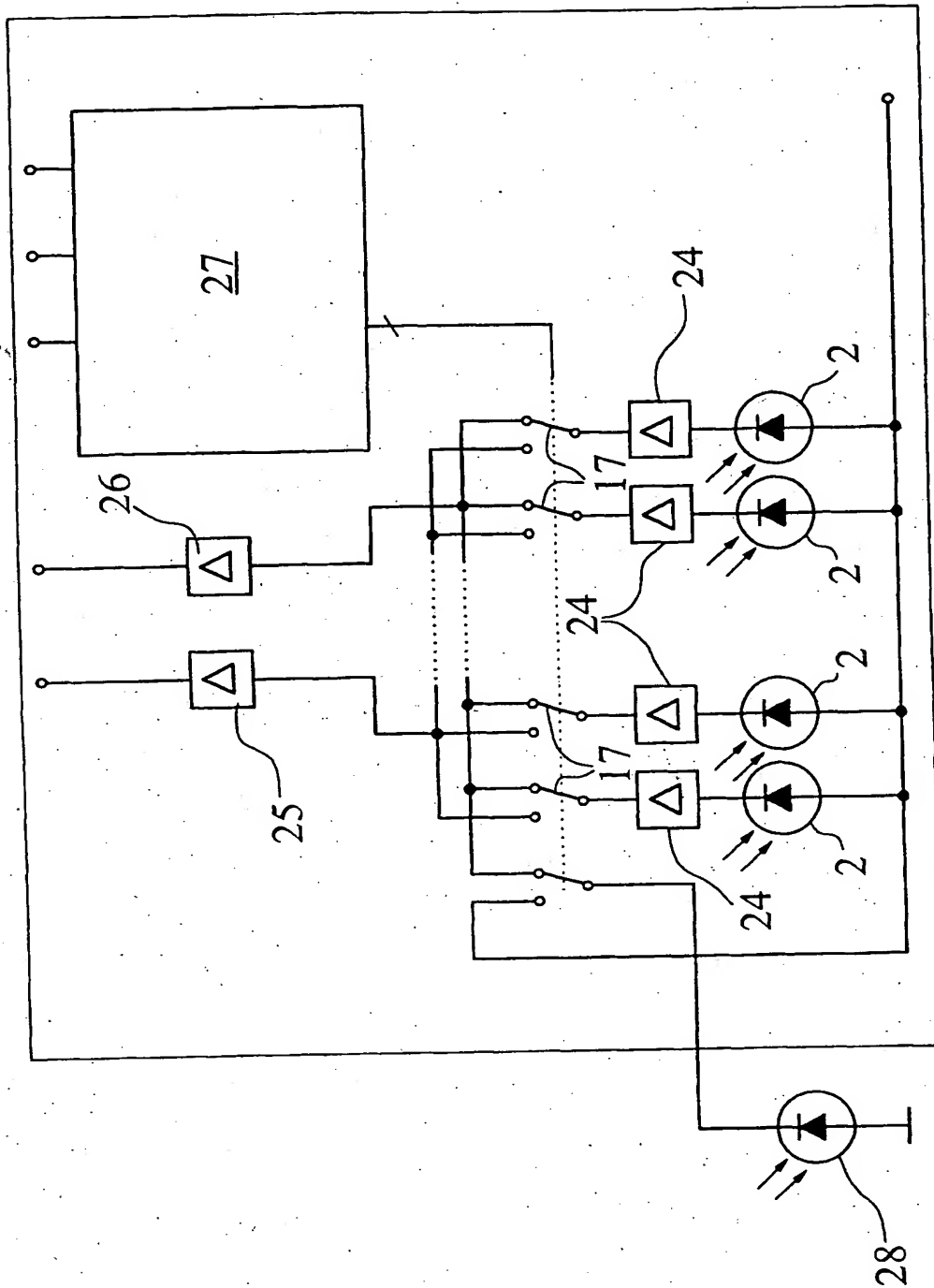


Fig. 5